

(30) Innere Priorität: (32) (33) (31)
27.07.94 DE 44 26 592.1

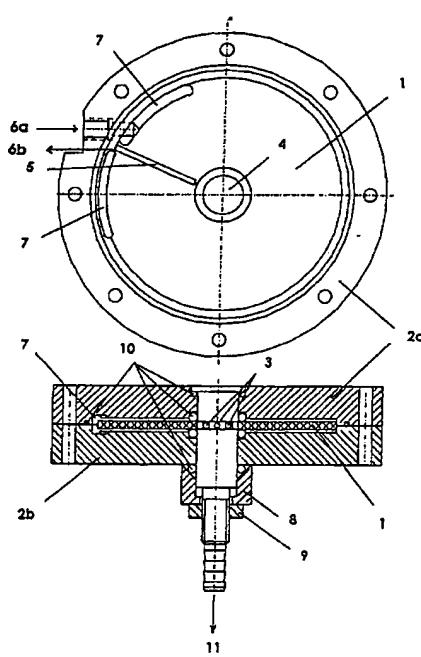
(71) Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

(72) Erfinder:
Stroh, Norbert, 71106 Magstadt, DE; Walitz,
Eckehard, Dr., 73430 Aalen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

DE 195 27 012 A 1

(54) Modulkonstruktion für Flachmembranen
(55) Die Erfindung betrifft eine Modulkonstruktion für Flachmembranen mit einer oder mehreren Membrankassetten (1) in Form eines Stapels in einem Gehäuse (2). Der von den einzelnen Membrankassetten (1) umschlossene Hohlraum ist zur Permeatabfuhr durch eine oder mehrere Öffnungen (3) zum Mittelbereich (4) hin geöffnet. Die Membrankassetten (1) sind voneinander durch je einen in etwa radial von der Mitte nach außen verlaufenden Dichtungssteg (5) getrennt. Die jeweils äußeren Membrankassetten (1) sind vom Gehäuse (2) durch je einen, ebenfalls in etwa radial von der Mitte nach außen verlaufenden Dichtungssteg getrennt. Die Dichtungsstege (5) trennen in einer Ebene jeweils eine Zulauföffnung (6a) von einer Ablauföffnung (6b) und formen somit einen Strömungskanal für das Rohmedium. Dieser Strömungskanal verläuft von der Zulauföffnung (6a) entlang der einen Seite des Dichtungssteges (5) zum Mittelbereich, umströmt diesen und führt entlang der gegenüberliegenden Seite des Dichtungssteges (5) zur Ablauföffnung (6b) der gleichen Ebene zurück. Jeweils benachbarte Membrankassetten (1) sind so gegeneinander verdreht, daß deren Dichtungsstege (5) einen Winkel bilden, und die Einlauföffnung der einen Ebene über bzw. unter der Ablauföffnung der benachbarten Ebene zu liegen kommt. Durch je einen Dichtungssteg (5) wird somit zwischen Gehäuse (2) und äußerer Membrankassette (1) bzw. zwischen zwei benachbarten Membrankassetten (1) ein Strömungsweg geformt, wobei dessen Höhe durch den Abstand ...



BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Modulkonstruktion für Flachmembranen mit einer oder mehreren in Form eines Stapels angeordneten Membrankassetten in einem Gehäuse.

Membranen für die verschiedensten Membrantrennverfahren werden in flacher oder in rohrartiger Form hergestellt. Für viele dieser Zwecke sind Flachmembranen die geeignete Form, da sie einfach herzustellen und zu erproben sind. Als Nachteil hat sich jedoch die Tatsache erwiesen, daß sie selbst bei niedrigen Arbeitsdrücken nicht selbsttragend sind und deshalb Unterstützung brauchen. Zur besseren Handhabung werden Flachmembranen darum in einem Gehäuse angeordnet, das den Druck aufzunehmen hat und daneben zusätzliche Anforderungen erfüllt, wie z. B. optimale Strömungsführung von Rohlösung oder Rohgas bzw. Retentat oder Permeat, hohe Packungsdichte, d. h. großes Verhältnis der Membranfläche zum Volumen des Gehäuses, gute Reinigungsmöglichkeit bzw. einfache Möglichkeit zum Membranwechsel. Die Gehäuseeinheit zur Aufnahme der Membran mit eingebauter Membran wird als Modul bezeichnet.

Flachmembranen können auf verschiedene Weise zu Modulen zusammengefaßt werden. So sind z. B. Platten- und Wickelmodule bekannt. Eine besonders vorteilhafte Art ist der Aufbau von Modulen aus einzelnen Kassetten. Diese Kassetten können vorgefertigt werden und müssen dann nur noch mit passenden Abstandstücken gestapelt in ein Gehäuse eingebaut werden. Dies ist ein einfacher Aufbau, der es gestattet, daß bei Bedarf einzelne defekte Elemente ausgetauscht werden können.

Die Grundform einer Membrankassette besteht immer aus zwei Membranscheiben, die materialtypisch so zusammengefügt sind, daß ein umseitig geschlossener Hohlraum entsteht, der durch eine oder mehrere Öffnungen im Mittelbereich verschlossen wird. Aus diesen Öffnungen kann z. B. das Permeat abfließen. Der Abstand des Plattenzwischenraumes wird durch Einbauten wie Netze, Stege oder Ähnliches gesichert, so daß auch hohe Transmembrandrücke aufgefangen werden können. Diese Konstruktionsweise erlaubt sehr druckrobuste Aufbauten. Die Strömungskanalhöhe, gegeben durch den Abstand der einzelnen Kassetten, kann durch definiert dicke, d. h. dem jeweiligen Anwendungsfall angepaßte Abstandstücke eingestellt werden.

Von Nachteil ist, daß eine definierte Überströmung bei gleichzeitiger Minimierung des Totraumes mit den Modulanordnungen nach dem Stand der Technik nicht realisiert werden kann. Den durch die Einzelkassetten vorgegebenen Strömungskanälen müssen entweder großzügig dimensionierte Ein- und Ausläufe zugeschaltet werden oder, wenn dies nicht gegeben ist, bilden sich Totwasserzonen mit all den bekannten Nachteilen, wie z. B. der Bildung von Ablagerungen (Fouling der Membran), verbunden mit einer Verringerung des Stoffaustausches. Insbesondere das Fouling macht ein häufiges Reinigen oder Auswechseln der Membran erforderlich, will man keine Leistungsminderung erleiden. Nachteil der Modulanordnungen nach dem Stand der Technik ist also u. a. die Bildung von Totwassergebieten außerhalb der Strömungswege, und dieser Nachteil ist in einer Stapelanordnung noch verstärkt.

Aus der DT 26 52 605 A1 ist z. B. ein Membranmodul mit Flachmembranen für die Umkehrosmose oder die Ultrafiltration bekannt. Auch hier hat sich als Nachteil erwiesen, daß eine definierte Überströmung bei gleich-

zeitiger Minimierung des Totraumes nicht möglich ist.

Aufgabe der Erfindung war es deshalb, eine Modulkonstruktion für Flachmembranen bereitzustellen, mit der eine gleichmäßige, definierte Überströmung der Membranflächen gegeben ist und bei der keine Totwasserzonen entstehen. Überall auf der Membran sollen hohe Strömungsgeschwindigkeiten erreicht werden, um ein Fouling der Membran zu verhindern und einen hohen Stoffaustausch zu gewährleisten. Ferner soll die Modulkonstruktion unabhängig vom Membranmaterial sein, d. h. sie soll z. B. sowohl auf Polymermembranen als auch auf keramische Membranen anzuwenden sein, und sie soll für alle Membrantrennverfahren einsetzbar sein. Außerdem sollen die einzelnen Elemente der Modulkonstruktion einfach zu handhaben und bei Bedarf leicht austauschen sein.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Modulkonstruktion, die eine oder mehrere Membrankassetten (1) in einem Gehäuse enthält. Der von den einzelnen Membrankassetten (1) umschlossene Hohlraum ist zur Permeatabführ durch eine oder mehrere Öffnungen (3) zum Mittelbereich (4) hin geöffnet. Liegen zwei oder mehr Membrankassetten (1) in einer Modulkonstruktion vor, so sind diese in Form eines Stapels angeordnet. Die Membrankassetten (1) sind voneinander durch je einen in etwa radial von der Mitte nach außen verlaufenden Dichtungssteg (5) getrennt. Die jeweils äußeren Membrankassetten (1) sind vom Gehäuse (2) durch je einen, ebenfalls in etwa radial von der Mitte nach außen verlaufenden Dichtungssteg getrennt. Die Dichtungsstege (5) trennen in einer Ebene jeweils eine Zulauföffnung (6a) von einer Ablauföffnung (6b) und formen somit einen Strömungskanal für das Rohmedium. Dieser Strömungskanal verläuft von der Zulauföffnung (6a) entlang der einen Seite des Dichtungssteges (5) zum Mittelbereich, umströmt diesen und führt entlang der gegenüberliegenden Seite des Dichtungssteges (5) zur Ablauföffnung (6b) der gleichen Ebene zurück. Jeweils benachbarte Membrankassetten (1) sind so gegeneinander verdreht, daß deren Dichtungsstege (5) einen Winkel bilden, und die Einlauföffnung der einen Ebene über bzw. unter der Auslauföffnung der benachbarten Ebene zu liegen kommt. Der Zulauf (6a) erfolgt also in Richtung des Mittelbereiches (4). Durch je einen Dichtungssteg (5) wird somit zwischen Gehäuse (2) und äußerer Membrankassette (1) bzw. zwischen zwei benachbarten Membrankassetten (1) ein Strömungsweg geformt, wobei dessen Höhe durch den Abstand zwischen Gehäuse (2) und Membrankassette (1) bzw. durch den Abstand der benachbarten Membrankassetten (1) und damit durch die Höhe der Dichtungsstege (5) bestimmt wird.

Überraschenderweise wurde festgestellt, daß ein erfindungsgemäßer Einlaß bzw. Zulauf (6a) in Richtung des Mittelbereiches (4) der Membrankassetten (1) verbunden mit der erfindungsgemäßen Anordnung der Dichtungsstege (5) Strömungspfade erhalten werden, die strömungsdynamisch gesehen alle die gleiche Länge haben. Dadurch wird eine gleichmäßige Überströmung der Membrankassetten (1) erzielt und Totwasserzonen vermieden. Erfindungsgemäß wird durch die Anordnung des Zulaufs (6a), des Auslaufs (6b) und der Dichtungsstege (5) eine Umfaltung des Strömungsbandes erhalten, denn derjenige Strömungspfad, der auf der einen Seite der Membrankassette auf der Außenseite verläuft, strömt auf der anderen Seite der Membrankassette auf der Innenseite weiter. Werden nun mehrere Membrankassetten (1) gestapelt, so werden die Strömungswege aneinandergefügt, wenn die einzelnen Elemente um je-

weils den Winkel gedreht werden, der durch die Dichtungsstege (5) eingeschlossen ist. Dadurch werden auch bei Anwesenheit von mehr als einer Membrankassette (1) Toträume vermieden. Die erfundungsgemäße Anordnung der Dichtungsstege (5) verhindert einen Kurzschluß und eine Durchmischung.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform der erfundungsgemäßen Modulkonstruktion mit einer einzigen Membrankassette (1), wobei das Gehäuse (2) aus einem Unterteil (2a) und einem Oberteil (2b) mit spiegelbildlich ausgestaltetem inneren Aufbau besteht. Zwischen Gehäuseunterteil (2a) und -oberteil (2b) befinden sich O-Ringe (10) und eine Nut (7) zur Strömungsverteilung bzw. -umlenkung. Das Gehäuseoberteil (2b) ist ferner mit einer Dichtungshülse (8) und mit Spannmuttern (9) versehen. Über die Permeatsammellocher (3) wird das Permeat gesammelt und über den Auslaß (11) abgezogen. Die Dichtungsstege (5) sind in dieser Ausführungsform radial vom Mittelbereich (4) nach außen angeordnet, wobei diese Anordnung der Dichtungsstege bevorzugt ist. Selbstverständlich sind auch andere Anordnungen der Dichtungsstege (5) und andere Ausgestaltungen des Gehäuses (2) möglich, sofern der Einlaß (6a) nicht tangential, sondern in Richtung des Mittelbereiches (4) erfolgt, und selbstverständlich können auch zwei oder mehr Membrankassetten (1) gestapelt vorliegen.

Fig. 2 zeigt zwei bevorzugte Ausgestaltungen der erfundungsgemäßen Modulkonstruktion. In der Version 2a wird der Übergang des Strömungspfades von der einen Seite der Membrankassette (1) zur anderen durch eine Ausformung (12) im Gehäuse (2) erreicht und in der Version 2b durch eine Aussparung (13) in der Membrankassette (1).

Fig. 3 zeigt die Umfaltung des Strömungsbandes beim Übergang von der einen Seite der Membrankassette (1) zur anderen, hervorgerufen durch die erfundungsgemäße Anordnung der Dichtungsstege (5).

Fig. 4 zeigt einen Stapel von Membrankassetten (1) mit der erfundungsgemäßen Anordnung der Dichtungsstege (5) und dem Weg des Strömungsbandes beim Durchgang durch den Stapel.

Bei weiteren bevorzugten Ausgestaltungen der erfundungsgemäßen Modulkonstruktion weisen die Membrankassetten (1) eine rotationssymmetrische oder eine mehreckige, z. B. vier-, sechs- oder achtdeckige, Geometrie auf, wobei rotationssymmetrische Membrankassetten besonders bevorzugt sind. Aber auch andere Geometrien sind möglich.

Ohne Einschränkung der Allgemeinheit können die Dichtungsstege (5) aus einem elastischen Material bestehen, z. B. aus Silicon, EPDM, Buna oder ähnlichem.

Des Weiteren können die Dichtungsstege aus einem der Membrankassette thermisch angepaßten Material aufgebaut sein. In diesem Fall hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Membrankassetten (1) über die Dichtungsstege (5) verklebt sind und eine geschlossene Einheit bilden.

Hinsichtlich des Materials der Membrankassetten (1) sind durch die erfundungsgemäße Modulkonstruktion keine Einschränkungen gegeben. Diese werden nur durch den jeweiligen Anwendungsfall bedingt. Bevorzugt sind poröse Membrankassetten aus Keramik oder aus einem formstabilen, organischen Polymer, wie z. B. aus porösem PE, PP, PVDF, PSF, Polyester oder ähnlichem. Diese fungieren als Träger und sind mit einer selektiven Schicht versehen.

Bei weiteren bevorzugten Ausgestaltungen der erfundungsgemäßen Modulkonstruktion weisen die Mem-

brankassetten (1) eine innere Kanalstruktur auf und/oder der Innenraum dieser Kassetten ist mit einer üblichen Stützstruktur verstärkt. Des Weiteren ist es möglich, daß der Innenraum der Membrankassetten (1) mit einem zweiten Leitungssystem versehen ist. Dies ist beim Einsatz der erfundungsgemäßen Modulkonstruktion bei Dialyseverfahren von Vorteil.

Die selektive Schicht der Membrankassette (1) kann außen an der Membrankassette befindlich sein oder innerhalb des von der Membrankassette umschlossenen Hohlraums. Bevorzugt ist es, wenn die selektive Schicht vom Träger abgewandt ist. Die selektive Schicht besteht entsprechend den Erfordernissen des jeweiligen Anwendungsfalles z. B. aus einem organischen Polymer oder aus Keramik. Ohne Einschränkung der Allgemeinheit sind Beispiele für geeignete organische Polymere PSF, PVDF, PAN, PA und andere. Vorteilhaft ist es, wenn das Polymermaterial unter den Bedingungen des jeweiligen Anwendungsfalles nicht quillt und wenn die Polymerschicht keine Falten bildet. Besteht die selektive Schicht aus Keramik, so kann diese, ohne Einschränkung der Allgemeinheit aus Spinell, Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 oder ähnlichem sein.

Ist das Kassettenmaterial, d. h. der Träger aus Keramik, so kann sich die selektive Schicht z. B. direkt auf diesem befinden. Besteht die Membrankassette, d. h. der Träger aus einem organischen Polymer, so ist es vorteilhaft, wenn dieser an der selektiven Schicht zugewandten Seite Sammelkanäle aufweist, die von einem Vlies bedeckt sind. Auf diesem Vlies ist dann die selektive Schicht angebracht und Träger, Vlies und selektive Schicht sind an den Rändern verschweißt oder verklebt.

Bei weiteren bevorzugten Ausführungsformen der erfundungsgemäßen Modulkonstruktion bilden benachbarte Dichtungsstege (5) einen Winkel zwischen 20 und 30°. Selbstverständlich sind auch größere oder kleinere Winkel möglich.

In Abhängigkeit der Erfordernisse des jeweiligen Anwendungsfalles ist es bevorzugt, wenn die erfundungsgemäße Modulkonstruktion zwischen 1 und 30 Membrankassetten zu einem Stapel angeordnet enthält. Selbstverständlich kann der Stapel auch mehr als 30 Membrankassetten enthalten.

Ohne Einschränkung der Allgemeinheit besteht das Gehäuse (2) z. B. aus einem organischen Polymer (Plexiglas, PVDF, etc.), aus Keramik oder aus Metall (Edelstahl, etc.), wobei die einzelnen Teile des Gehäuses (2) durch Schraub- oder Klammerverbindungen verbunden sind.

Ein weiterer Vorteil der erfundungsgemäßen Modulkonstruktion besteht darin, daß Ausdehnungsvorgänge bei thermischen Veränderungen nicht relevant werden, da nur an einer Stelle, nämlich in der Mitte, eine Fixierung besteht. Im Gegensatz zum Stand der Technik sind in der erfundungsgemäßen Modulkonstruktion eine unterschiedliche thermische Ausdehnung von Gehäuse (2) und Membrankassette (1) ohne Bedeutung.

Die erfundungsgemäße Modulkonstruktion kann für die verschiedensten Membran trennverfahren bei flüssigen und gasförmigen Systemen eingesetzt werden, wie z. B. bei der Dialyse, bei der Umkehrosmose, bei Nano-, Ultra- und Mikrofiltrationen, bei Pervaporationen, Gasseparationen und Membrandestillationen, wobei ein Einsatz bei flüssigen Systemen bevorzugt ist. Die erfundungsgemäße Modulkonstruktion ist sogar für einen Einsatz bei Elektrodialyseverfahren geeignet, wenn die Zahl der Kammern nicht zu hoch ist. Ferner kann die erfundungsgemäße Modulkonstruktion Basis für Mem-

branreaktoren oder Membrankonduktoren sein.

Bezugszeichenliste

- 1 Membrankassette
- 2a Gehäuseunterteil
- 2b Gehäuseoberteil
- 3 Permeatsammellocher
- 4 Mittelbereich der Kassette
- 5 Dichtungssteg
- 6a Feed Einlaß, Zulauf
- 6b Ablauf
- 7 Nut zur Strömungsumlenkung
- 8 Dichtungshülse
- 9 Spannmutter
- 10 O-Ringe
- 11 Permeatauslaß
- 12 Ausformung des Gehäuses (2a, 2b)
- 13 Aussparung der Membrankassette (1)

5

10

15

20

Patentansprüche

1. Modulkonstruktion für Flachmembranen mit einer oder mehreren in Form eines Stapels angeordneten Membrankassetten in einem Gehäuse mit folgenden Merkmalen:

- der Hohlraum der Membrankassetten (1) ist zur Permeatabfuhr durch eine oder mehrere Öffnungen (3) zum Mittelbereich (4) hin geöffnet;
- die Membrankassetten (1) sind voneinander durch je einen in etwa radial von der Mitte nach außen verlaufenden Dichtungssteg (5) getrennt;
- die jeweils äußeren Membrankassetten (1) sind vom Gehäuse (2) durch je einen in etwa radial von der Mitte nach außen verlaufenden Dichtungssteg getrennt;
- die Dichtungsstege (5) trennen in einer Ebene jeweils eine Zulauföffnung von einer Ablauföffnung und bilden einen Strömungskanal für das Rohmedium von der Zulauföffnung entlang einer Seite des Dichtungssteges zum Mittelbereich, diesen umströmend und zurück entlang der gegenüberliegenden Seite des Dichtungssteges zur Auslauföffnung der gleichen Ebene;
- jeweils benachbarte Membrankassetten (1) sind so gegeneinander verdreht, daß deren Dichtungsstege (5) einen Winkel bilden und die Einlauföffnung der einen Ebene über bzw. unter der Auslauföffnung der benachbarten Ebene zu liegen kommt.

30

2. Modulkonstruktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) im Bereich zwischen benachbarten Dichtungsstegen (5) eine Ausformung (12) aufweist.

3. Modulkonstruktion nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrankassetten (1) im Bereich zwischen benachbarten Dichtungsstegen (5) Aussparungen (13) aufweisen.

4. Modulkonstruktion nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrankassetten (1) eine rotationssymmetrische oder eine mehreckige Geometrie aufweisen.

5. Modulkonstruktion nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

daß die Dichtungsstege (5) aus einem elastischen Material bestehen.

6. Modulkonstruktion nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungsstege (5) aus einem thermisch der Membrankassette (1) angepaßten Material bestehen.

7. Modulkonstruktion nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrankassetten (1) über die Dichtungsstege (5) zu einer geschlossenen Einheit verklebt sind.

8. Modulkonstruktion nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Membrankassetten (1) so gegenüber verdreht sind, daß deren Dichtungsstege (5) einen Winkel zwischen 20 und 30° bilden.

9. Modulkonstruktion nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß 1 bis 30 Membrankassetten (1) zu einem Stapel angeordnet sind.

10. Verwendung der Modulkonstruktion nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 für die Dialyse, für die Umkehrosmose, für die Ultrafiltration, für die Mikrofiltration, für die Pervaporation, für die Gasseparation, für die Membrandestillation und als Basis für Membranreaktoren und Membrankonduktoren.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

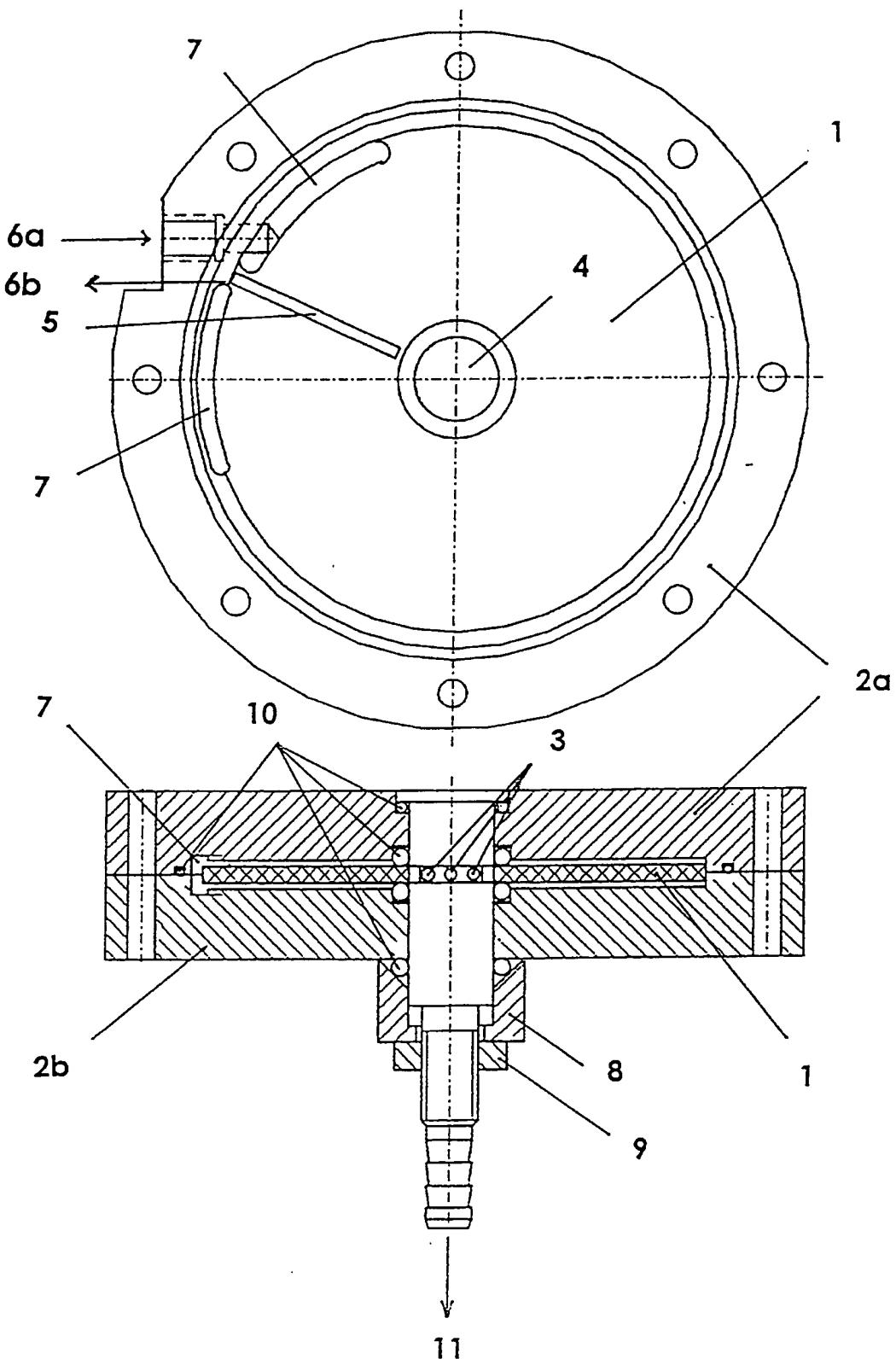
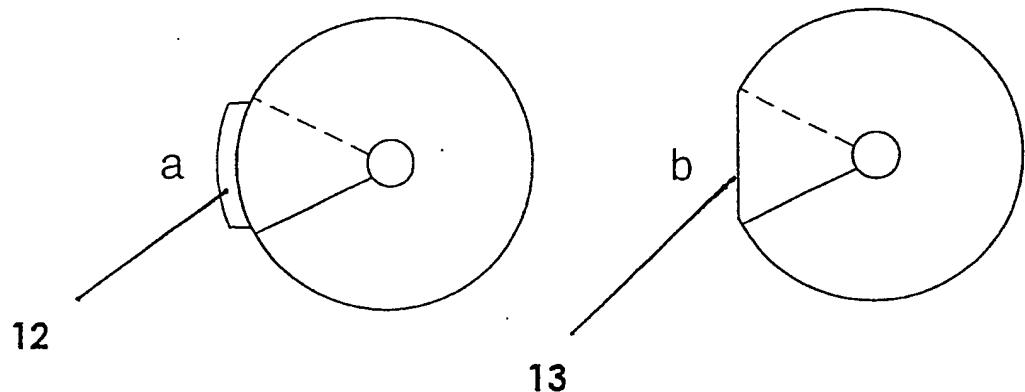
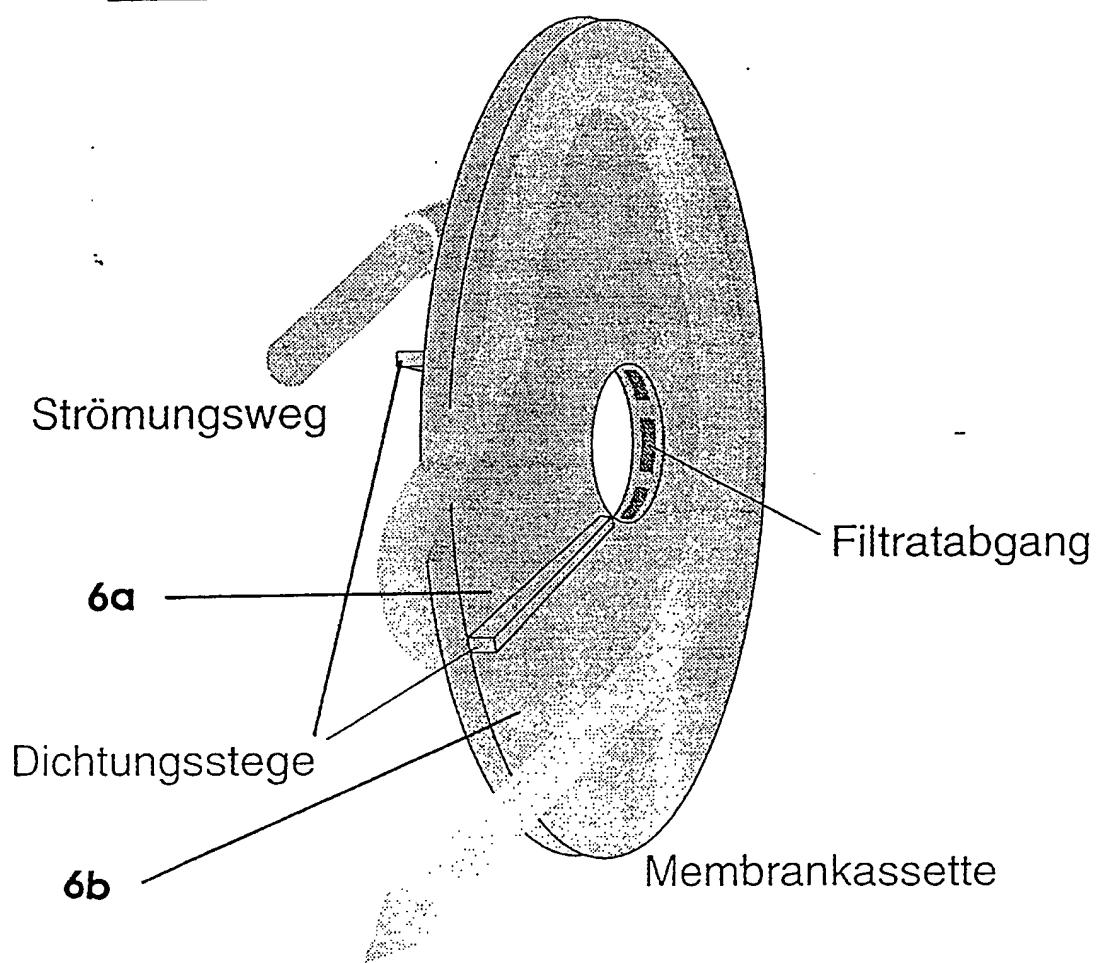


Fig. 1

Fig. 3Fig. 2

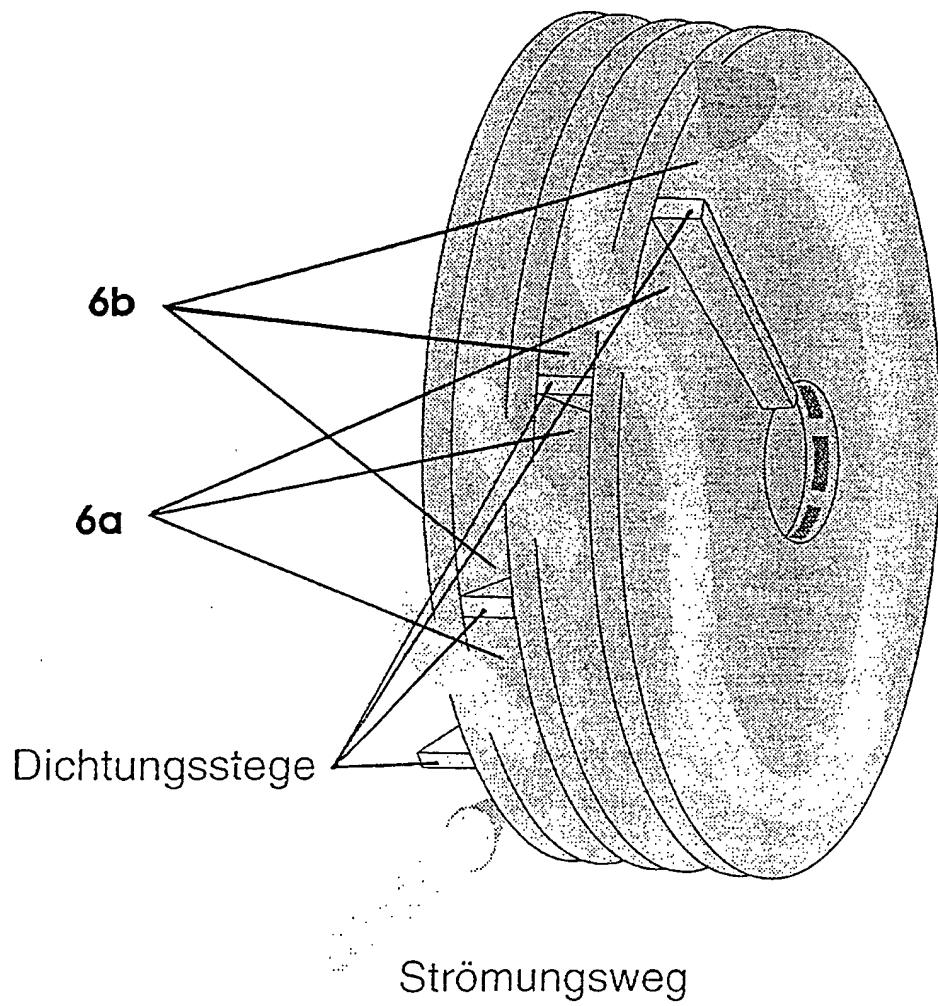


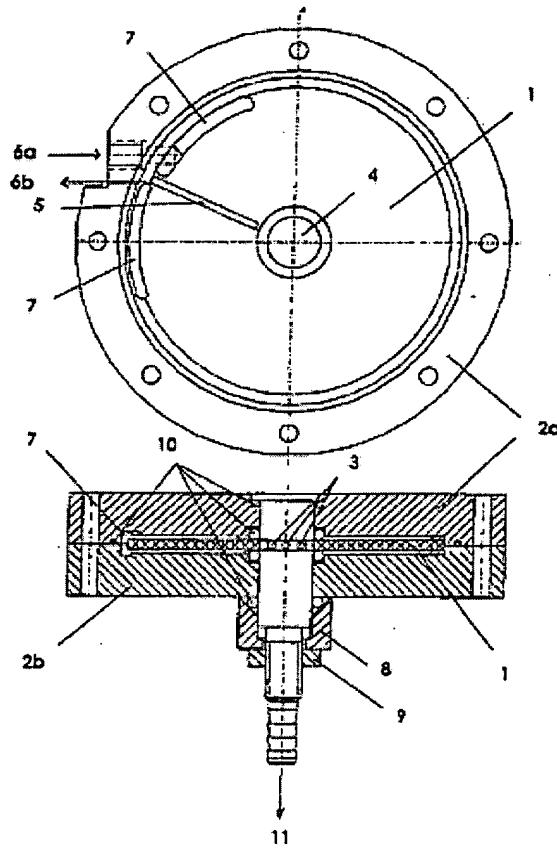
Fig. 4

Filter system for lightly polluted air streams

Patent number: DE19527012
Publication date: 1996-02-29
Inventor: STROH NORBERT (DE); WALITZA ECKEHARD DR (DE)
Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)
Classification:
- **international:** B01D63/08; B01D53/22
- **european:** B01D53/22D2; B01D63/08D10
Application number: DE19951027012 19950724
Priority number(s): DE19951027012 19950724; DE19944426592 19940727

Abstract of DE19527012

Air streams (13) lightly polluted with odours or solvent vapours are purified by a filter system with filter elements (1) arranged in an accordion fashion and forming chambers receiving a bulk filter material, pref. of active charcoal, resins, and/or zeolites, to absorb the substances or solvent. Each chamber is formed by two side grids, two U-frames and bottom and top strips. Each filter element forms an acute angle with its neighbouring elements.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.